

ПОИСК ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ АЭРОБНОГО КОМПОСТИРОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

И. В. САТИН, канд. техн. наук

*Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
ул. Державина 2, Макеевка, Донецкая область, Украина, 86123
e-mail: donnasa_gsh@mail.ru*

Процесс компостирования представляет собой сложное взаимодействие между органическими отходами, микроорганизмами, влагой и кислородом. Результаты исследований условий процесса биохимического аэробного компостирования органического комплекса смеси пищевой фракции ТБО и осадков сточных вод (ОСВ), а также анализ литературных и патентных данных свидетельствуют о том, что при создании оптимальных условий для развития мезофильной и термофильной микрофлоры можно обеспечить высокую скорость течения этого процесса. Это сокращает длительность получения качественного компоста, повышает эффективность использования технологического оборудования.

Согласно теории исследований, объект исследования находится под влиянием различных факторов. Совокупность этих факторов разделяется на группы в зависимости от характера и степени участия в процессе. Классифицировать эти факторы по отличительному признаку можно на четыре основные группы. В общем случае объект характеризуют входные и выходные параметры, а также управляющие и возмущающие воздействия. К входным факторам можно отнести параметры, значения которых могут быть исследованы, но возможность оперативного воздействия на них отсутствует. В данном случае это – фракционный состав исходного сырья ($D_{0,01-0,05}$), химический состав, плотность (ρ , кг/м³), структура биоценоза и другие параметры.

Управляющие воздействия – параметры, на которые можно оказать целенаправленное воздействие. К ним относятся количество подаваемого воздуха (Q , м³/сут), свободный объем внутри смеси (FV , %) оцениваем по плотности смеси, влажность (W , %, по массе), высота загрузки (h , м), пропорция основных компонентов. Управляющие и входные параметры не зависят от процесса, протекающего в объекте.

Возмущающие воздействия – это параметры, которые не поддаются корректирующему влиянию. К ним можно отнести непредсказуемые события, происходящие в процессе компостирования – точечные концентрации токсических веществ, мутации, метеорологические воздействия (обильные дожди, резкие похолодания). Интенсивность воздействия этих факторов носят случайный характер.

Выходные параметры (отклики) характеризуют результат воздействия входных факторов, управляющих и возмущающих воздействий. К ним можно отнести – температуру смеси (t , °C), водородный показатель (pH), зольность

(Z, %), влажность по массе (W, %, по массе). Перечисленные отклики носят информативный характер, и будут использоваться для внесения ограничений в ходе эксперимента. Так, температура смеси (t , °C) должна быть ограничена минимальным значением в 55 °C в термофильной стадии компостирования $t(7)$. Для оперативного изучения процесса компостирования применяем базовый темп роста температуры T_{0-7} , который и является параметром оптимизации. В лабораторных исследованиях было доказано, что базовый темп роста температуры определяет дальнейшее компостирование и качество полученного компоста.

Одновременное изучение нескольких факторов с минимальным количеством проведенных опытов возможно только методами планирования эксперимента. Для достижения поставленной цели используем композиционную ротатабельную матрицу полного факторного эксперимента 2^3 .

Эксперименты проводились в теплый период года на хозяйственно-бытовых канализационных очистных сооружениях г. Горловки. Опираясь на опыт других ученых и особенности физиологии микроорганизмов, был выбран период года с температурой выше +8 °C, протяженностью 182 дня.

Опытно-промышленная установка имеет прямоугольную форму в поперечном сечении и в плане. Рабочий габарит (внутренний размер в плане) 2×4 м. Стены выполнены из глиняного кирпича. К дну установки крепятся перфорированные пластиковые трубы Ø 50 мм с шаговым расстоянием между осями 400 мм. Максимальный полезный объем установки составляет 6 м³.

В установку загружается смесь пищевой фракции ТБО и 30% осадков сточных вод. Воздух в установку подается через перфорированные трубы снизу.

Таким образом, изучив положение отклика в области эксперимента, приняв во внимания предыдущий опыт, принимаем решение о движении по градиенту. Движение по градиенту дает максимальное значение отклика в опытных образцах. Полученное сочетание значений факторов можно считать оптимальным.

Полученный компост соответствует установленным требованиям по агрохимическим и санитарно-гигиеническим показателям. Также не выявлено фитотоксичности. Поэтому компост может быть использован в качестве удобрения для рекультивации карьеров, терриконов, газонов, цветников. Ограничением является его использование в сельском хозяйстве.

Выводы:

1) изучены закономерности и особенности аэробного компостирования по управляемым факторам и определены оптимальные параметры процесса: плотность смеси $\rho = 360 \text{ кг/м}^3$, высота загрузки $h = 1,3 \text{ м}$, удельный расход воздуха $q = 1,0 \text{ м}^3/(\text{сут} \cdot \text{кг})$;

2) разработана математическая модель на основании опытных данных методом Брандона, позволяющая определить количественную взаимосвязь

между факторами и параметрами оптимизации в пределах плана эксперимента.